



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 40 18 558 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G01 L 5/16**  
G 01 M 9/00

②1 Aktenzeichen: P 40 18 558.3  
②2 Anmeldetag: 9. 6. 90  
④3 Offenlegungstag: 12. 12. 91

DE 40 18 558 A 1

⑦1 Anmelder:  
Schönherr, Michael, Prof. Dipl.-Ing., 6534  
Stromberg, DE

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 29 26 213 C2  
DE 27 31 875 B2  
DE 38 20 680 A1  
US 36 13 443

DE-Z: GIESECKE, Peter: Sechs-Komponenten-  
Plattform-Windkanalwaage mit »On-Line- Korrektur«  
der Schwerpunktsverschiebung. In: ATZ  
Automobiltechnische Zeitschrift 87, 1981/1, S.31-36;

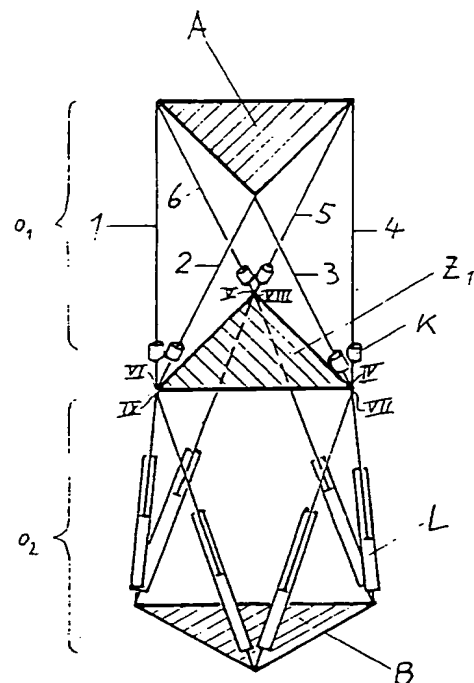
⑤4 Vorrichtung zur Messung der Kräfte und Momente ruhender und bewegter Objekte

⑤7 Vorrichtungen zur Messung der Kräfte und Momente  
ruhender und bewegter Objekte, eingesetzt z. B. zur Unter-  
suchung von Flugobjekten im Windkanal, haben einen oder  
mehrere der folgenden Nachteile:

- die Kräfte und Momente der Prüfobjekte werden nicht vollständig in allen 6 Komponenten und störungsfrei erfaßt
- die geführte Bewegung der Objekte in allen 6 Freiheitsgraden ist nicht vollständig möglich
- die Kraftübertragung zwischen der Kraftmeßeinrichtung und der Bewegungseinrichtung ist statisch ungünstig
- die Eignung für unterschiedliches Einsatzspektrum ist mangelhaft

Die Behebung der Nachteile sowie weitere Vorteile werden erfindungsgemäß dadurch erzielt, daß zwei Oktaeder-Fachwerke  $O_1$  und  $O_2$  an den Knoten IV, V, VI und VII, VIII, IX fachwerkartig miteinander verbunden sind, wobei im Oktaeder-Fachwerk  $O_1$  in die von den Knoten IV, V, VI zu den Knoten I, II, III verlaufenden Stäbe Kraftmesser K eingebaut sind, und wobei im Oktaeder-Fachwerk  $O_2$  in die von den Knoten VII, VIII, IX zu den Knoten X, XI, XII verlaufenden Stäbe Longitudinalbeweger L eingebaut sind, und wobei die Befestigung von Vorrichtung und Objekten an jeweils einer oder mehreren der Oktaeder-Ebenen A, B,  $Z_1$ ,  $Z_2$  erfolgt.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung betreffen die vorteilhafte Anordnung der Stäbe 1 bis 6 sowie die Gestaltung der Oktaeder-Ebenen A, B,  $Z_1$ ,  $Z_2$  zur vorteilhaften Aufnahme der Prüfobjekte und anderer Objekte.



DE 40 18 558 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

In verschiedenen Bereichen der Technik sind die Kräfte und Momente ruhender und bewegter Objekte zu messen. Als typisches Beispiel hierfür diene die Messung der Kräfte und Momente ruhender und bewegter Flugobjekte im Windkanal. Dazu stehen sogenannte "Meßwaagen" zur Verfügung, z. B. "Pyramidenwaagen" (Deutsches Patentamt, Offenlegungsschrift 29 26 213). Die bekannten Meßwaagen haben jedoch unter anderem einen oder mehrere der folgenden Nachteile:

- Die Kräfte und Momente der Prüfobjekte werden nicht vollständig in allen 6 Komponenten erfaßt, Reibungseinflüsse, Kraftnebenschlüsse und statische Überbestimmtheiten führen zu Verfälschungen.
- Eine geführte Bewegung der Objekte in allen 6 Freiheitsgraden der Bewegung ist nicht vollständig möglich.
- Die Kraftübertragung zwischen der Kraftmeßeinrichtung und der Bewegungseinrichtung sowie zwischen Prüfobjekt und Vorrichtung erfolgt statisch ungünstig, so daß schwer gebaute, wenig steife und schwingungsanfällige Vorrichtungen bestehen, die sowohl hohe Kosten verursachen, als auch verschlechterte Meßqualität zur Folge haben.
- Die Eignung für unterschiedliches Einsatzspektrum, z. B. für Messung in freier Strömung einerseits und im Bodeneffekt andererseits ist mangelhaft.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer gattungsgemäßen Einrichtung die genannten Nachteile durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche zu beheben, sowie weitere Vorteile und Einsatzbereiche zu ermöglichen.

Die fachwerkartige Verbindung der zwei Oktaeder-Fachwerke  $0_1$  und  $0_2$  zu einem einheitlichen Gesamtfachwerk gestattet die einheitliche Kraftmessung und Bewegungserzeugung in den jeweils natürlich vorgegebenen 6 Komponenten der Kraft und der Bewegung: In den 6 Stäben, welche sich zwischen den Oktaeder-Ebenen  $Z_1$  und A befinden, werden die 6 Kraftkomponenten gemessen, und in den 6 Stäben, welche sich zwischen den Oktaeder-Ebenen  $Z_2$  und B befinden, werden durch Längenänderung die 6 Freiheitsgrade der Bewegung erzeugt. Die einheitliche Kraftmessung und Bewegungserzeugung in den zwei statisch bestimmten Oktaederfachwerken bedeuten genauest mögliche Kraftmessung und Bewegungserzeugung einerseits und größte Festigkeit und Steifigkeit andererseits bei geringstmöglichem Aufwand. Infolge der Geometrie eines Oktaeders entstehen auf den Oktaeder-Ebenen A, B,  $Z_1$ ,  $Z_2$  im Dreieck angeordnete Knoten, welche die Lage der genannten Ebenen fixieren. Hierdurch sind diese Ebenen geeignet sowohl zur momentenfesten Verankerung der ganzen Vorrichtung als auch zur momentenfesten Aufnahme der Objekte, insbesondere zur Befestigung schwerster Prüfobjekte, z. B. kompletter Original-Flugzeuge.

Eine Ausgestaltung der Erfindung vermeidet ein Zwischenfachwerk, indem die Oktaeder-Fachwerke  $0_1$  und  $0_2$  ohne weitere Stäbe direkt an den Knoten ihrer Oktaeder-Ebenen  $Z_1$  und  $Z_2$  miteinander fachwerkartig zu einem Gesamtfachwerk verbunden sind. Hierdurch wird eine besonders kurze, einfache und steife Vorrichtung erzielt. Auch eine kurze Bauform des Oktaeder-Fachwerks  $0_1$  ergibt sich dann, wenn nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung die Stäbe 1, 3, 5 oder 2, 4, 6 senkrecht auf der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  stehen und gleiche Länge haben. Es ist dann möglich, daß als Kraftmesser dienende, beidseitig gelenkig gelagerte Kraftmeßdosen die Länge der genannten senkrecht stehenden Stäbe bilden, so daß die zur Oktaeder-Ebene  $Z_1$  senkrechte Ausdehnung des Oktaeder-Fachwerks  $0_1$  nur etwas mehr als die Höhe einer Kraftmeßdose beträgt. Eine besonders einfache Ausgestaltung der Erfindung besteht dann, wenn die Stäbe 1, 2, 3, 4, 5, 6 gleiche Länge haben, denn dann läßt sich das Oktaeder-Fachwerk  $0_1$  einerseits aus identischen Teilen aufbauen, andererseits kann durch den Betrag der gewählten Stablänge eine Anpassung der vom Prüfobjekt erzeugten Kräfte und Momente an den Meßbereich der Kraftmesser K erfolgen.

Es ist nicht immer nötig, die jeweils drei Knoten der Oktaeder-Ebenen A, B,  $Z_1$ ,  $Z_2$  durch in diesen Ebenen verlaufende Stäbe oder Balken der Vorrichtung miteinander zu verbinden, vielmehr kann die Verbindungsaufgabe auch von den Objekten selbst übernommen werden, wie es eine weitere Ausgestaltung der Erfindung vorsieht.

Nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung werden an einer oder mehreren der Oktaeder-Ebenen A, B,  $Z_1$ ,  $Z_2$  strömungsbeeinflussende Objekte, z. B. aerodynamische Leitflächen befestigt. Diese können z. B. zur Abschirmung der Vorrichtung vor Störeinflüssen dienen, oder als Leitflächen zur Erzeugung eines aerodynamischen Bodeneffekts.

Eine typische Ausgestaltung der Erfindung besteht dann, wenn die Vorrichtung an der Oktaeder-Ebene B verankert ist – z. B. am Boden eines Windkanals, und wenn an der Oktaeder-Ebene A das Prüfobjekt, z. B. ein Flugzeug befestigt ist. In diesem Fall ist es nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorteilhaft, wenn Objekte, welche die Bewegung messen und aufzeichnen, z. B. Wegmesser, Winkelmesser, Beschleunigungsmesser, Kameras an der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  befestigt sind, denn dann befinden sie sich in bester Meßposition, nah am Prüfobjekt und mitbewegt, jedoch noch unterhalb der Kraftmesser K, so daß die an diesen Objekten wirkenden Kräfte und Momente keinen verfälschenden Einfluß auf die Kräfte und Momente der Prüfobjekte ausüben können.

Die Oktaeder-Ebenen A, B,  $Z_1$ ,  $Z_2$  werden jeweils durch drei Knoten in Position gehalten. Dieses Knoten-Dreieck eignet sich nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung zur Verankerung von Tragarmen, welche entlang der Winkelhalbierenden des Knoten-Dreiecks verlaufen, und auf welchen Objekte befestigt sind. Solche Tragarme leiten die Kräfte und Momente auch sperriger Objekte statisch günstig in die Struktur der Vorrichtung ein. Auch wenn die Tragarme das Knoten-Dreieck, auf dem sie befestigt sind, unter der Kraft der Objekte

verformen, so bleiben doch die Knoten selbst in ihrer Lage unverändert, so daß die Bewegungslage und die Messung der Kräfte und Momente unverfälscht bleiben.

Die letzte beschriebene Ausgestaltung der Erfindung betrifft ihren Einsatz zur Messung der Kräfte und Momente von Prüfobjekten im Bodeneffekt nach Anspruch 11. Das Knoten-Dreieck der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  ist hier ein gleichseitiges Dreieck, wobei auf ihm entlang aller seiner Winkelhalbierenden strahlenförmig nach außen weglaufende Tragarme befestigt sind. Werden konzentrisch zum Mittelpunkt dieses Knoten-Dreiecks auf den Tragarmen Trapez-Paneele befestigt, so ergibt sich eine regelmäßige Sechseckfläche beliebiger Ausdehnung. Diese simuliert durch ihre Nähe zum Prüfobjekt den Bodeneffekt, ohne daß die an ihr wirkenden Kräfte und Momente die Kraftmesser K beeinflussen, so daß die Messung der Kräfte und Momente des Prüfobjekts unverfälscht bleibt. Die Sechseckfläche simuliert jedoch nicht nur den potentialtheoretischen Bodeneffekt nach dem Spiegelungsprinzip der Aerodynamik. Eine Schrägstellung oder Drehbewegung der Sechseckfläche erzeugt nämlich überdies einen Gradienten der auf das Prüfobjekt einwirkenden Anströmgeschwindigkeit, wie er beim natürlichen Wind in Bodennähe auftritt. Damit erlaubt die Vorrichtung die bisher nicht mögliche naturgetreue Untersuchung von Schiffsegeln, Windenergieanlagen und Gebäudemodellen.

Die Erfindung ist nicht nur einsetzbar für Strömungsuntersuchungen im Windkanal oder auf einem Meßfahrzeug, sondern überall, wo Kräfte und Momente unter Bewegung erzeugt und gemessen werden, z. B. in der Produktionstechnik. Ein weites Einsatzfeld könnte der Erfindung auch daraus erwachsen, daß sie zur experimentellen Bestimmung der Trägheitsmomente und des Schwingungsverhaltens kompletter Systeme eingesetzt wird.

Verschiedene Ausführungen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Abbildungen besprochen. Es zeigen

Fig. 1 Die Vorrichtung mit Zwischenfachwerk Z.

Fig. 2 Die Vorrichtung ohne Zwischenfachwerk.

Fig. 3 Die Vorrichtung mit senkrecht zur Oktaeder-Ebene  $Z_1$  verlaufenden Stäben, sowie mit Tragarmen zur Befestigung eines Flugzeugs.

Fig. 4 Die Vorrichtung auf einem Meßwagen mit Sechseckfläche zur Simulation des Bodeneffekts.

In Fig. 1 ist das Oktaeder-Fachwerk  $O_1$  mit dem Oktaeder-Fachwerk  $O_2$  durch das Zwischenfachwerk Z verbunden, welches hier ebenfalls als Oktaeder-Fachwerk ausgebildet ist. Das Zwischenfachwerk Z verbindet die Knoten IV, V, VI von  $O_1$  mit den Knoten VII, VIII, IX von  $O_2$  fachwerkartig, so daß eine äußerst feste und steife Verbindung besteht. Im Oktaeder-Fachwerk  $O_1$  sind die einander gegenüberliegenden Oktaeder-Ebenen  $Z_1$  und A durch die an ihren Enden gelenkig gelagerten Stäbe 1 bis 6 miteinander verbunden, wobei in diese Stäbe Kraftmesser K, hier als Kraftmeßdosen dargestellt, eingebaut sind. Die Oktaeder-Ebene A, welche durch die Knoten I, II, III definiert ist, hat mit der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  eine statisch bestimmte Verbindung, wobei alle Kräfte dieser Verbindung über die Stäbe 1 bis 6 gemessen werden. Sind also Prüfobjekte auf der Oktaeder-Ebene A befestigt, so werden deren Kräfte und Momente gegenüber der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  vollständig und mit höchster Genauigkeit erfaßt. Dieselbe Aussage gilt auch dann, wenn die Prüfobjekte auf der Oktaeder-Ebene B befestigt sind, und die Vorrichtung z. B. an der Oktaeder-Ebene A verankert ist, auch dann ist die Kraftübertragung zwischen den Oktaeder-Ebenen A und B statisch bestimmt, und die Kräfte werden vollständig gemessen. Das Oktaeder-Fachwerk  $O_2$  ist analog aufgebaut wie  $O_1$ , wobei die 6 Stäbe von den Knoten X, XI, XII der Oktaeder-Ebene  $Z_2$  zu den Knoten VII, VIII, IX der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  verlaufen. In diese 6 Stäbe sind Longitudinalbeweger L eingebaut, hier als elektromotorische Spindelantriebe dargestellt. Mit den 6 Longitudinalbewegern lassen sich durch die frei wählbare Längeneinstellung der 6 Stäbe wie beim Flugsimulator beliebige Lage- und Bewegungszustände erzeugen.

Fig. 2 zeigt die Ausgestaltung der Erfindung, wenn das Zwischenfachwerk Z ganz weggelassen wird, so daß die zwei Oktaeder-Fachwerke  $O_1$  und  $O_2$  unmittelbar fachwerkartig miteinander verbunden sind. Die Oktaeder-Ebene  $Z_2$  ist damit überflüssig, ihre Aufgabe wird von der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  mit übernommen. Die Knoten der Oktaeder-Ebene  $Z_2$  können aus Gründen der gegenseitigen Behinderung im praktischen Fall kaum mit denen der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  zusammenfallen, so daß im dargestellten Beispiel die Knoten IV, V, VI etwas oberhalb der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  sich befinden, und die Knoten VII, VIII, IX etwas unterhalb davon. Die Longitudinalbeweger L sind hier als hydraulische Linearantriebe dargestellt. Das Prüfobjekt kann an der Oktaeder-Ebene A befestigt sein, die Vorrichtung an der Oktaeder-Ebene B. Jedoch ist auch eine umgekehrte Montage durchführbar: Die Vorrichtung ist an der Oktaeder-Ebene A z. B. am Boden eines Windkanals verankert, das Prüfobjekt ist an der Oktaeder-Ebene B befestigt. A, B,  $Z_1$ ,  $Z_2$  sind zur optischen Hervorhebung schraffiert gezeichnet.

In Fig. 3 ist die Vorrichtung an der Oktaeder-Ebene B am Boden E z. B. eines Windkanals verankert. Die Stäbe 1, 3, 5 verlaufen senkrecht zur Oktaeder-Ebene  $Z_1$  und sind gleich lang, wodurch die Verlaufsrichtung der Stäbe 2, 4, 6 bereits festgelegt ist. Auf der Oktaeder-Ebene A sind entlang den 3 Winkelhalbierenden W verlaufende Tragarme HA befestigt, auf welchen das Prüfobjekt, hier ein Flugzeug O verankert ist. An der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  ist entlang einer Winkelhalbierenden ein Tragarm HZ<sub>1</sub> befestigt, auf welchem ihrerseits Windrichtungsmesser M befestigt sind. Weiter sind auf der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  Beschleunigungsmesser C befestigt, welche die Bewegungsbeschleunigung in mehreren Komponenten messen. Indem der Tragarm HZ<sub>1</sub> sowie die Objekte M und C zur Messung der Bewegung auf der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  befestigt sind, machen sie wunschgemäß die Bewegung des Prüfobjekts vollständig mit, ohne jedoch durch ihre eigenen Kräfte und Momente die Messung der Kräfte und Momente des Prüfobjekts zu stören.

Im Ausgestaltungsbeispiel der Fig. 4 ist die Vorrichtung an ihrer Oktaeder-Ebene B auf einem Meßwagen F verankert, wobei die Struktur des Meßwagendachs den Abstand der Knoten X, XI, XII voneinander aufrechterhält. Die Knoten IV, V, VI der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  bilden ein gleichseitiges Dreieck, auf welchem entlang aller seiner Winkelhalbierenden Tragarme HZ<sub>1</sub> befestigt sind. Diese Tragarme bilden damit die Diagonalen eines regelmäßigen Sechsecks, auf ihnen werden mit 60° zu ihrer Symmetrieachse angeschrägte Trapez-Paneele P konzentrisch zum Mittelpunkt des Knotendreiecks IV, V, VI angeordnet und befestigt. Auf der Oktaeder-Ebene

A verläuft entlang einer Winkelhalbierenden ein Tragarm HA, auf welchem das Prüfobjekt, hier ein Segel S befestigt ist.

Die konzentrisch angeordneten Paneele bilden eine zusammenhängende Plattform, welche den aerodynamischen Einfluß der Wasseroberfläche auf das Prüfobjekt simuliert, ohne daß die großen Kräfte und Momente dieser Plattform auf die Kraftmesser K einwirken, so daß die unverfälschten Kräfte und Momente des Segels S gemessen werden. Indem die Plattform über die Tragarme HZ<sub>1</sub> fest mit der Oktaeder-Ebene Z<sub>1</sub> verbunden ist, bleibt auch bei Aktivierung der Longitudinalbewegung L eine feste Zuordnung zwischen Plattform und Segel erhalten. Durch entsprechende Aktivierung der Longitudinalbewegung L läßt sich damit für das Segel S jede beliebige Windanströmung in Bodennähe simulieren, bis hin zur Simulation des bisher im Windkanal nicht herstellbaren Windgradienten im Bodeneffekt.

Nachfolgend die Auflistung und Erläuterung der verwendeten Bezugszeichen.

- A Oktaeder-Ebene A
- B Oktaeder-Ebene B
- 15 C Beschleunigungsmesser
- E Boden, z. B. eines Windkanals
- F Meßwagen
- HA Tragarm, befestigt auf Oktaeder-Ebene A
- HZ<sub>1</sub> Tragarm, befestigt auf Oktaeder-Ebene Z<sub>1</sub>
- 20 K Kraftmesser
- L Longitudinalbewegung
- M Windrichtungsmesser
- O Flugzeug (Prüfobjekt)
- O<sub>1</sub> Oktaeder-Fachwerk (Kraftmessung)
- 25 O<sub>2</sub> Oktaeder-Fachwerk (Bewegungserzeugung)
- P symmetrisches Trapez-Paneele, mit 60° angeschrägt
- S Segel (Prüfobjekt)
- W Winkelhalbierende eines Knoten-Dreiecks auf Oktaeder-Ebene A, B, Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>
- Z Zwischenfachwerk zwischen O<sub>1</sub> und O<sub>2</sub>
- 30 Z<sub>1</sub> Oktaeder-Ebene Z<sub>1</sub>
- Z<sub>2</sub> Oktaeder-Ebene Z<sub>2</sub>
- 1, 2, 3, 4, 5, 6 Stäbe im Oktaeder-Fachwerk O<sub>1</sub>
- I, II, III Knoten, welche die Oktaeder-Ebene A definieren
- IV, V, VI Knoten, welche die Oktaeder-Ebene Z<sub>1</sub> definieren
- 35 VII, VIII, IX Knoten, welche die Oktaeder-Ebene Z<sub>2</sub> definieren
- X, XI, XII Knoten, welche die Oktaeder-Ebene B definieren

#### Patentansprüche

- 40 1. Vorrichtung zur Messung der Kräfte und Momente ruhender und bewegter Objekte, bestehend aus einer feststellbaren Bewegungseinrichtung, einer Kraftmeßeinrichtung sowie aus Befestigungsmöglichkeiten für Objekte und Vorrichtung, einsetzbar z. B. in einem Windkanal oder auf einem Meßfahrzeug, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwei Oktaeder-Fachwerke O<sub>1</sub> und O<sub>2</sub> an den Knoten IV, V, VI und VII, VIII, IX fachwerkartig miteinander verbunden sind, wobei im Oktaeder-Fachwerk O<sub>1</sub> in die von den Knoten IV, V, VI zu den Knoten I, II, III verlaufenden Stäbe Kraftmesser K eingebaut sind, und wobei im Oktaeder-Fachwerk O<sub>2</sub> in die von den Knoten VII, VIII, IX zu den Knoten X, XI, XII verlaufenden Stäbe Longitudinalbewegung L eingebaut sind, und wobei die Befestigung von Vorrichtung und Objekten an jeweils einer oder mehreren der Oktaeder-Ebenen A, B, Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub> erfolgt.
- 45 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Knoten IV, V, VI einerseits und VII, VIII, IX andererseits ohne weitere Zwischenstäbe unmittelbar aneinanderstoßend miteinander verbunden sind, wobei die Zwischenebene Z<sub>2</sub> mit der gemeinsamen Zwischenebene Z<sub>1</sub> zusammenfällt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stäbe 1, 3, 5 oder 2, 4, 6 senkrecht auf der Oktaeder-Ebene Z<sub>1</sub> stehen und gleiche Länge haben.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stäbe 1, 2, 3, 4, 5, 6 gleiche Länge haben.
- 55 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Anstand der Knoten auf einer oder mehreren der Oktaeder-Ebenen A, B, Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub> durch die auf diesen Oktaeder-Ebenen befestigten Objekte selbst hergestellt wird.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß strömungsbeeinflussende Objekte, z. B. aerodynamische Leitflächen, an einer oder mehreren der Oktaeder-Ebenen A, B, Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub> befestigt sind.
- 60 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem oder mehreren der Knoten-Dreiecke, welche die Oktaeder-Ebenen A, B, Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub> aufspannen, Tragarme befestigt sind, die entlang den Winkelhalbierenden dieser Dreiecke verlaufen, wobei Objekte auf diesen Tragarmen befestigt sind.
- 65 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung an der Oktaeder-Ebene B verankert ist, und daß Prüfobjekte an der Oktaeder-Ebene A befestigt sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß Objekte, welche die Bewegung messen oder

aufzeichnen, z. B. Wegmesser, Winkelmesser, Beschleunigungsmesser, Kameras an der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  befestigt sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß Einrichtungen zum Transport der Objekte auf die Vorrichtung, z. B. Seilwinden, an der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  befestigt sind.

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Knoten IV, V, VI der Oktaeder-Ebene  $Z_1$  ein gleichseitiges Dreieck bilden, auf welchem entlang aller seiner Winkelhalbierenden verlaufende Tragarme befestigt sind, auf denen konzentrisch zum Dreiecksmittelpunkt angeordnete und mit  $60^\circ$  zu ihrer Symmetrieachse angeschrägte Trapez-Paneele befestigt sind. 5

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

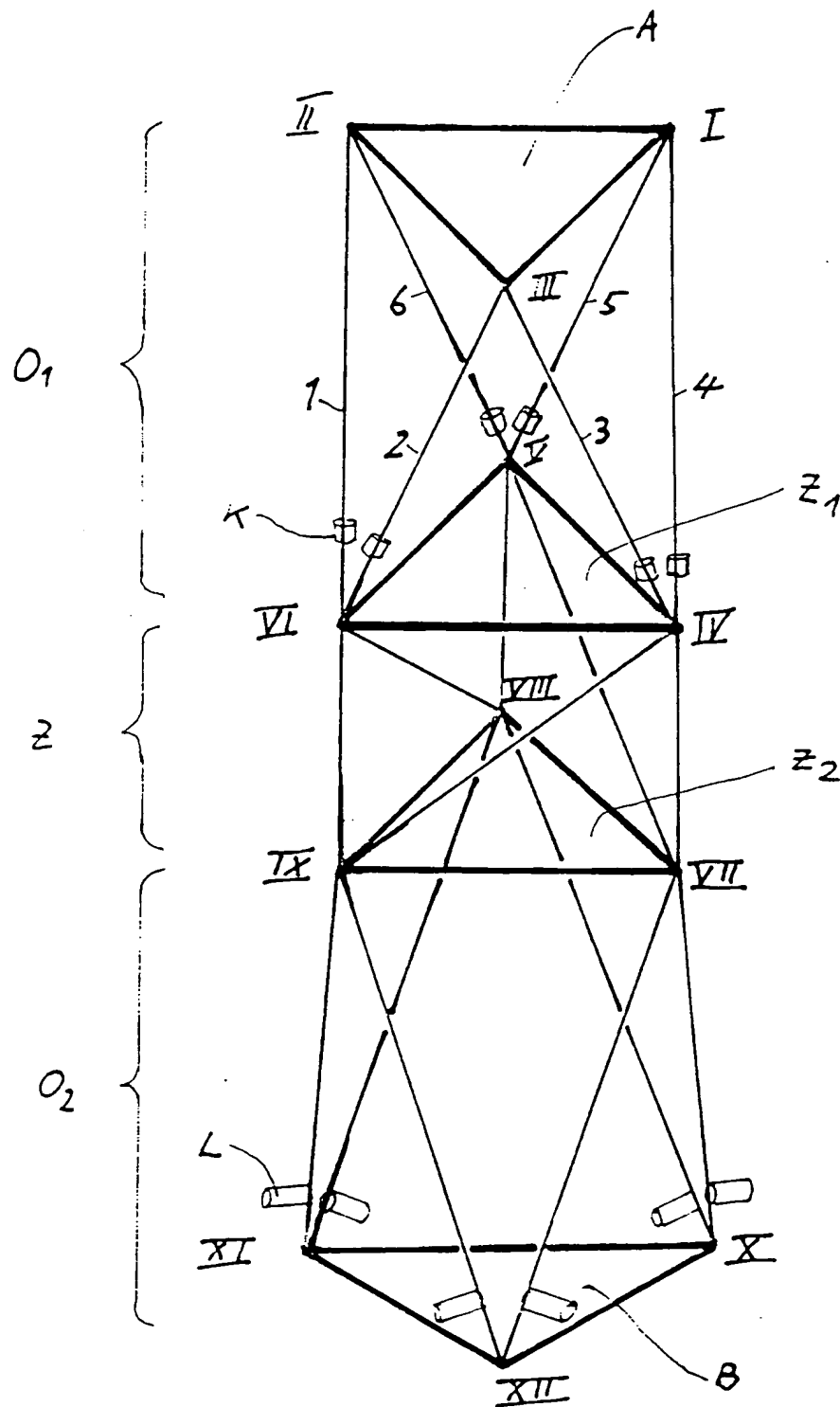


Fig. 1

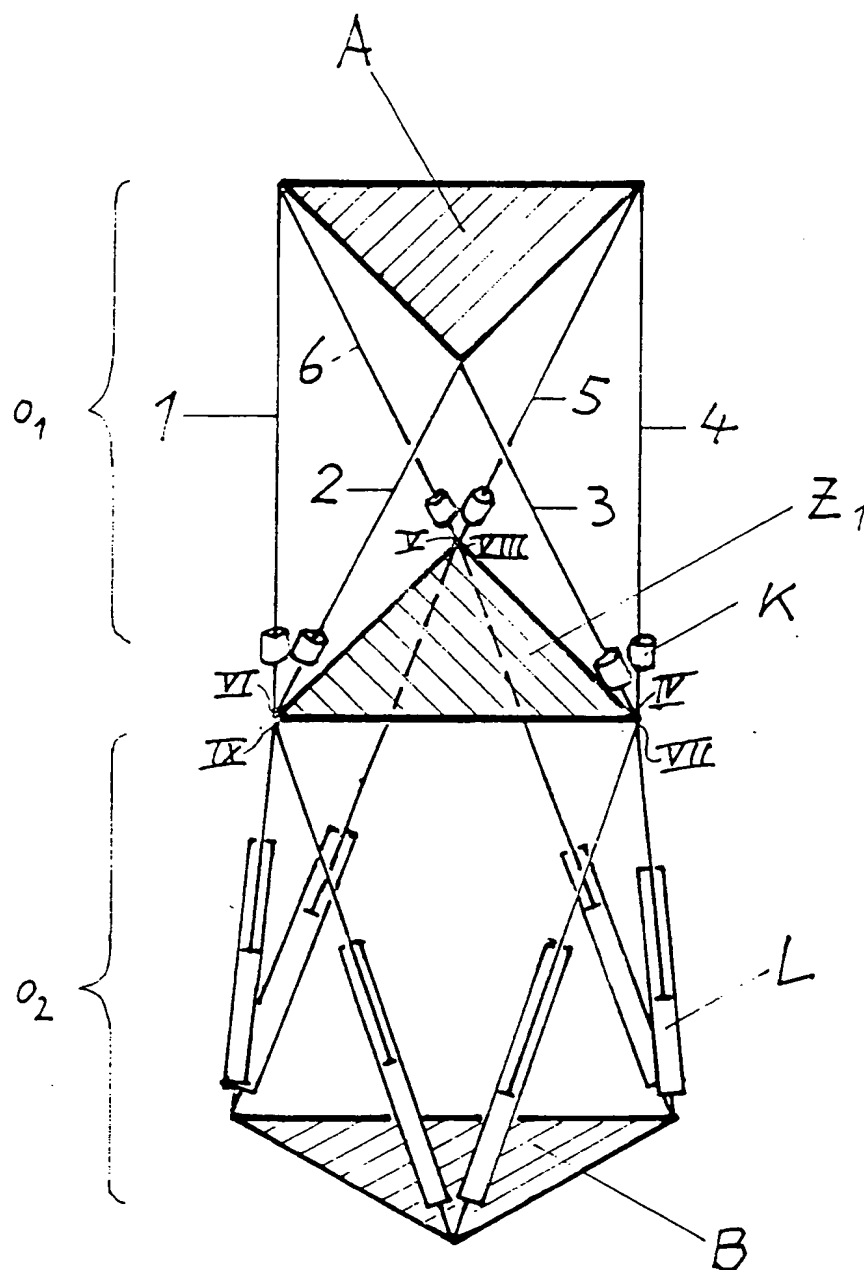


Fig. 2





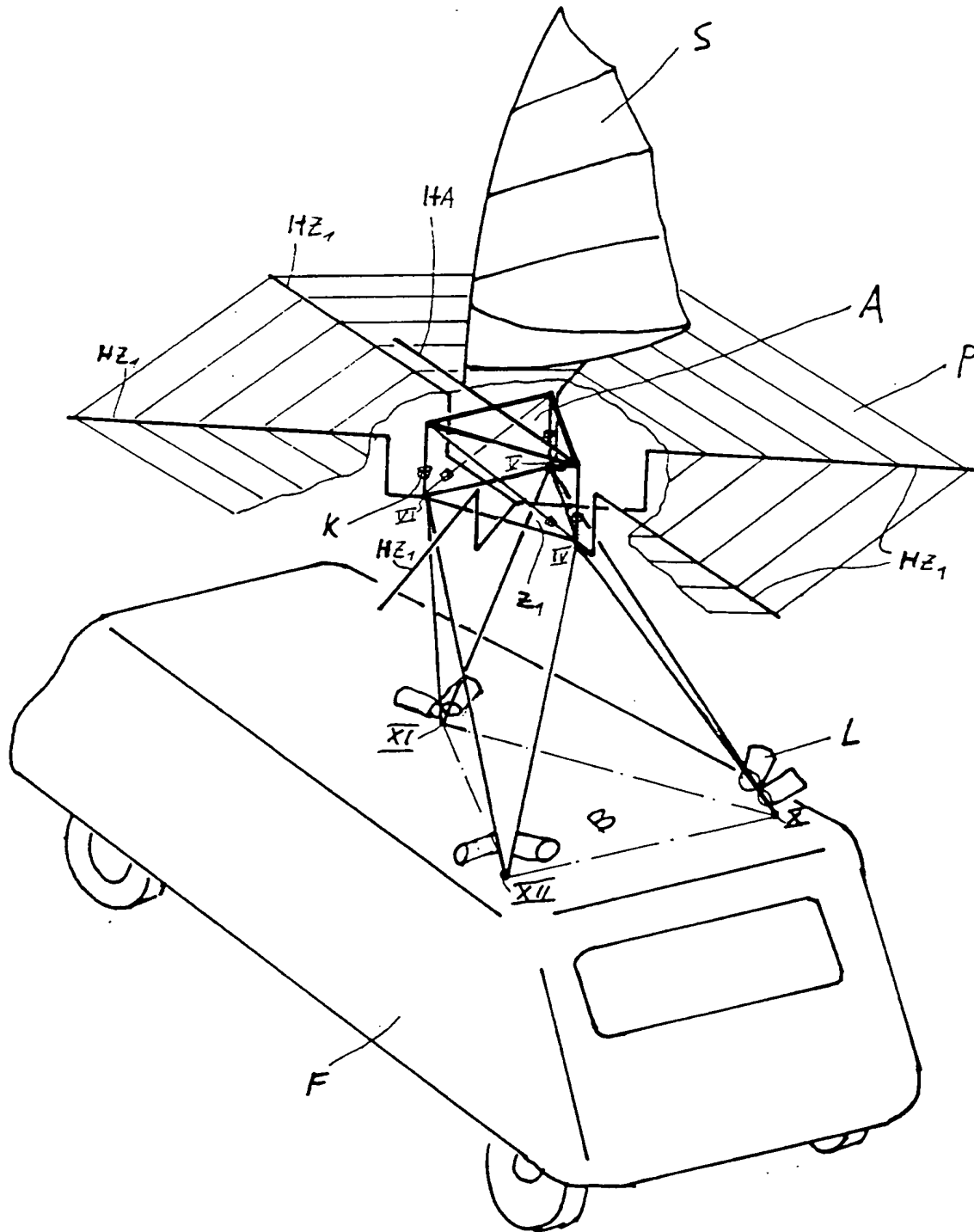


Fig. 4